

## ЭКСПЕРИМЕНТ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО МАТЕМАТИКЕ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ

Шакирова Л.Р., д.п.н., профессор,  
КФУ, Казань

[liliana008@mail.ru](mailto:liliana008@mail.ru)

Фалилеева М.В., к.п.н., доцент,  
КФУ, Казань

[mmwwff@mail.ru](mailto:mmwwff@mail.ru)

Сайфутдинова Е.В., учитель математики,  
Лицей № 177, г. Казань  
[eva.ritm@mail.ru](mailto:eva.ritm@mail.ru)

*Аннотация.* Экспериментальная деятельность учащихся становится неотъемлемой частью современного образования в школе. Однако в сложившейся системе обучения математике экспериментальная деятельность не представлена как необходимый этап математического образования. Федеральные образовательные стандарты второго поколения требуют пересмотра сложившейся традиции. В исследовании показано, что использование эксперимента во внеурочной деятельности учащихся по математике способствует развитию их исследовательских умений.

*Ключевые слова:* эксперимент, обучение математике, исследовательская деятельность, внеурочная деятельность.

## EXPERIMENT IN AFTER-HOUR ACTIVITIES ON MATHEMATICS AS THE CONDITION OF IMPROVING THE QUALITY OF MATHEMATICAL TRAINING OF STUDENTS

Shakirova L.R., PhD, professor,  
KFU, Kazan

[liliana008@mail.ru](mailto:liliana008@mail.ru)

Falileeva M.V., PhD, associate professor,  
KFU, Kazan

[mmwwff@mail.ru](mailto:mmwwff@mail.ru)

Sajfutdinova E.V., mathematics teacher,  
Lyceum № 177, Kazan  
[eva.ritm@mail.ru](mailto:eva.ritm@mail.ru)

*Abstract.* Experimental activity of students becomes an integral part of modern education in school. However, in the current system of teaching mathematics, experimental activity is not presented as a necessary stage of mathematical education. Federal educational standards of the second generation require a revision of the established tradition. The study shows that the use of the experiment in extra-hour activities of students in mathematics contributes to the development of their research skills.

*Keywords:* experiment, teaching mathematics, research activity, after-hour activities.

Формализованность математического знания в школьном образовании признана на государственном уровне. Именно этот недостаток предлагается устранить нацеленностью на достижение метапредметных результатов обучения согласно новым Федеральным государственным образовательным стандартам. Как отмечают философы, «метапредметное видение мира проявляется у учащегося через «свое», а не «чужое» [1, Король]. Поэтому организация условий для накопления учащимися *своего опыта* и, как следствие, качественного усвоения изучаемых понятий является

важнейшей задачей современного математического образования. Эксперимент, как метод эмпирического познания при обучении математике, позволяет, с одной стороны, создать верные представления об изучаемом понятии на начальном этапе обучения; с другой стороны, поднять на высокий уровень усвоение трудных математических взаимосвязей между уже изученными понятиями.

Методологические основы экспериментальной работы ранее подробно проанализированы в [2], [3], [4], [5], [9], [10], [12]; сделаны выводы о необходимости использования эксперимента в различных видах учебной деятельности учащихся по математике [11, Шакирова], [8, Сайфутдинова] и о том, что небольшие эксперименты на отдельных этапах урока могут эффективно использоваться учителями при проектировании и реализации уроков в соответствии с требованиями новых ФГОС [9, Шакирова]; изучены возможности информационно-коммуникационных технологий в организации экспериментальной работы на уроках геометрии [6, Разумова]; проанализирован процесс развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения планиметрии [7, Садыкова].

Предметом настоящего исследования стало изучение эффективности использования эксперимента при обучении математике в рамках кружковой и научно-исследовательской деятельности учащихся 7 и 9 классов Лицея № 117 города Казани. Доказывается, что эксперимент при изучении дополнительных вопросов математики способствует развитию исследовательских умений учащихся, поскольку позволяет в какой-то мере «имитировать» процесс научного познания. Дополнительные занятия по математике с учащимися 7 и 9 классов в лицее проводились в двух направлениях.

Первое направление – это изучение дополнительных вопросов теории чисел, алгебры, планиметрии, стереометрии, теории графов, комбинаторики, теории вероятностей, известных математических методов (математической индукции, «от противного») в работе математического кружка. При изучении различных вопросов элементарной математики учащиеся использовали различные виды экспериментальной работы для выдвижения гипотез о свойствах изучаемых математических понятий или решении математических задач (компьютерный эксперимент, составление таблиц данных изучаемого математического объекта исходя из наблюдений, различные шаблоны и др.). Математический кружок дети посещали по своему желанию два урока в неделю (руководитель Фалилеева М.В.).

Второе направление использования экспериментальной работы предусматривало качественное исследование одного из вопросов математики, а именно, подготовка учащимися индивидуальных исследовательских проектов. Для этого руководители (Сайфутдинова Е.В. в 7 классе; Фалилеева М.В. в 9 классе) проводили дополнительные занятия и консультации о структуре и процессе выполнения исследовательской работы, оказывали помощь в выборе темы исследования, консультировали учащихся в процессе подготовки проекта. Например, учащимся 7 классов были рекомендованы темы по изучению свойств циклоиды, построению паркетов из полуправильных многоугольников; учащимся 9 классов – темы по исследованию свойств функции с различными видами параметризации или взаимосвязей между известными теоремами об окружностях Сальмона и точке Микеля. При изучении механических свойств циклоиды учащиеся строили из соленого теста горки в виде части циклоиды, четверти окружности и прямолинейного отрезка, сравнивали скорости движения машинки с различных позиций и пр. Экспериментальная работа девятиклассников была связана с использованием в работе программы GeoGebra. Так, при изучении свойств функции и ее графика с определенным видом параметризации изучалась динамика графика, находилось решение уравнений и неравенств при определенных значениях параметра, проводились сравнения поведения графиков и, соответственно, свойств функций при определенных значениях параметра и др. Одним из требований к проекту было обязательное представление результатов эксперимента. Отдельные учащиеся показали высокие результаты при выступлениях на конференциях различного уровня: в 7 классах трое учащихся стали победителями и призерами в республиканских и всероссийских конференциях и конкурсах; двое учащихся 9 классов заняли 1 и 2 места во всероссийской конференции школьников.

Для проверки эффективности использования эксперимента в 7 классе были организованы проверочные работы для изучения динамики уровней усвоения вопросов по математике за учебный

год. Первое тестирование по решению нетиповых и исследовательских задач (по классификации В.П. Беспалько) организовано в октябре 2017 года (120 мин.); второе тестирование с теми же заданиями – в апреле 2018 года. В совокупности с ними оценивалась активность учащихся в работе математического кружка (заинтересованность, выдвижение гипотез, старательность в выполнении учебных заданий и др.) и качество выполнения индивидуального исследовательского проекта.

Одной из задач проверочных работ была проверка умения использовать эксперимент (перебор вариантов решений, построение точных чертежей, схем, разрезание и составление макетов) при решении математических задач. Было разработано пять задач на продуктивную деятельность учащихся: *первая* задача – по теории чисел, *вторая* – по геометрическим построениям, *третья* – по комбинаторике и теории графов, *четвертая* – по алгебре, *пятая* – по планиметрии, а именно, на разрезание и равновеликость геометрических фигур. Приведем пример задачи проверочной работы и критериев ее оценивания.

*Задача 3.* Даны отрезки длиной 3, 4, 6 и 7 см. Сколько можно построить различных треугольников, стороны которых равны длинам данных отрезков? Ответ обоснуйте. (При решении можно использовать циркуль и линейку.)

В данной задаче необходимо вспомнить известные учащимся виды треугольников – равносторонние, равнобедренные и разносторонние. Можно, используя комбинаторные рассуждения и сделав полный перебор, определить возможное число треугольников каждого вида и отбросить треугольники, не удовлетворяющие неравенству треугольника. Циркулем и линейкой можно построить все треугольники, удовлетворяющие данному неравенству. В соответствии с программой обучения учащиеся знакомы с этим свойством, но в связи с редким использованием быстро забывают его, поэтому могут прийти к нему экспериментально путем построения точного геометрического чертежа. С помощью циркуля и линейки учащиеся могут убедиться, что нельзя построить треугольники со сторонами 3, 4 и 7 см; 3, 3 и 6 см; 3, 3 и 7 см.

Ответ: 17 различных треугольников.

*Критерии оценивания задачи 3.*

1) Экспериментальным путем показан способ получения всех треугольников и указана гипотеза о неравенстве треугольника, указано число треугольников – 10 б.

2) Перебором найдены стороны 17 треугольников без обоснования решения; все треугольники построены – 10 б.

3) Перебором найдены верно все стороны 17 треугольников без обоснования решения (построений нет) – 5 б.

4) Указано неравенство треугольника – 3 б.

5) Верно построены отдельные треугольники. За каждый треугольник – 10/17 б.

6) Дерево возможных вариантов построено, но не исключены треугольники, равные и не удовлетворяющие неравенству треугольника – 3 б.

Все задачи проверочной работы имеют не один ответ или имеют бесконечное множество решений. Учащиеся должны максимально полно расписывать решения задач и им рекомендуется использовать при решении инструменты построения (циркуль, линейка и другие по желанию), бумагу в клеточку для вырезания фигур, ножницы, клей. Каждому участнику тестирования предоставлялось отдельное рабочее место. Всего в исследовании участвовало 29 учащихся (только 21 смогли написать две проверочные работы), из них 12 посещали математический кружок, 27 подготовили исследовательские проекты.

Уровень усвоения деятельности учащихся при решении задач и в проверочной работе в целом определялся по следующей технологии: отношение правильно выполненных действий к общему числу познавательных действий (В.П. Беспалько). Результат первой проверочной работы – уровни усвоения учащихся в октябре 2017 от 0,1 до 0,48; результат второй – уровни усвоения от 0,1 до 0,86. Покажем изменения уровней усвоения учащихся по задачам в таблице 1.

Таблица 1. Уровни усвоения деятельности по всем задачам проверочной работы

Дата тестирования	Коэффициент уровня усвоения	Уровни усвоения по задачам					Средний уровень усвоения
		1	2	3	4	5	
Октябрь 2017	K1 =	0,17	0,39	0,36	0,25	0,19	0,272
Апрель 2018	K2 =	0,42	0,7	0,67	0,38	0,51	0,428

Учитывая, что учащиеся писали одну и ту же проверочную работу, по результатам таблицы 1 можно предположить, что уровни усвоения стали выше из-за того, что учащиеся были знакомы с работой раньше. Но если обратимся к качественному анализу, а именно рассмотрим: 1) динамику изменения уровней усвоения каждого учащегося, 2) активность в работе математического кружка, 3) уровень выполнения НИР, то получаем, что подобное предположение неверно. Проведя сортировку таблицы с результатами учащихся по убыванию разности уровней усвоения по результатам проверочных работ 21 учащегося, соединим их с результатами работы 8 учащихся в математическом кружке и результатами индивидуальной исследовательской работы 20 учащихся.

В результате положительную динамику уровней усвоения по решению задач показали 38% учащихся ( $K2 - K1 \geq 0,3$ ), причем 75% из них были активны в работе математического кружка и 50% успешны в подготовке исследовательского проекта. Среди остальных учащихся динамика уровней усвоения от 0,2 до -0,2 показывает, что повторное проведение той же проверочной работы при отсутствии активного включения в дополнительную продуктивную деятельность по математике приводит даже к понижению качества продуктивной деятельности. Например, учащиеся, не участвовавшие ни в одной из предлагаемых дополнительных форм математической деятельности, имели хорошие показатели в первой проверочной работе  $K1 = 0,42$  и  $K1 = 0,5$ , но не имели значимой динамики, соответственно,  $K2 = 0,44$  и  $K2 = 0,46$ . В свою очередь, учащиеся, занимающиеся экспериментальной деятельностью во внеурочной деятельности и имеющие невысокий коэффициент уровня усвоения по результатам первой проверочной работы:  $K1 = 0,1$  или  $K1 = 0,22$ , показали высокую динамику: более 0,3 ( $K2 = 0,4$  и  $K2 = 0,54$ , соответственно).

Таким образом, показано, что включение экспериментальной работы во внеурочную деятельность учащихся по математике оказывает положительный эффект на развитие умения решать нетиповые и исследовательские задачи по математике учащихся различного уровня математической подготовки. Исследование было проведено при поддержке Университета Талантов 2.0.

### Литература

1. Король А.Д. «Арифметика» образования: межпредметная и метапредметная функции диалога [Электронный ресурс] // Интернет-журнал "Эйдос". – 2012. – № 5. Режим доступа: <http://www.eidos.ru/journal/2012/0829-06.htm>.
2. Косиков А.В., Липатникова И.Г. Эксперимент как одна из форм организации индивидуальной проектно-исследовательской деятельности учащихся в процессе обучения математике / А.В. Косиков, И.Г. Липатникова // Психодидактика математического образования: инновационные процессы в образовании. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Томск, 27 марта 2013. ТГПУ. – С.83-89.
3. Ларин С.В. К проблеме «экспериментально-теоретического разрыва» при обучении математике / С.В. Ларин, В.Р. Майер // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2015. – № 3. – С. 21-24.
4. Майер В.Р. Компьютерные исследования и эксперименты при обучении геометрии // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2012. №4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternye-issledovaniya-i-eksperimenty-pri-obuchenii-geometrii>.
5. Мартынова Е.В. Информационные технологии в организации геометрического эксперимента // Математика. Компьютер. Образование: сб. трудов XIX международной конференции. Под общей редакцией Г.Ю. Ризниченко, Москва, 2012. URL: <http://mce.su/rus/archive/authors/person700/doc151743/>.
6. Разумова О.В., Садыкова Е.Р., Хрусталева А.В. Универсальные инструментальные программные комплексы моделирования в математическом образовании // Информатика и образование. – 2013. – №6(245). – С.85-88.

7. Садыкова Е.Р., Немкова А.И. Задачи по планиметрии как средство формирования исследовательских умений учащихся / Е.Р.Садыкова, А.И. Немкова // Задачи в обучении математике, физике и информатике: теория, опыт, инновации: материалы II Междунар. науч.-практич. конференции, посвященной 125-летию П.А.Ларичева / М-во обр. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т; Вологод. отд. науч.-метод. совета по матем.; Ярослав. гос. пед. ун-т. им.К.Д. Ушинского. – Вологда: ИП Киселёв А.В., 2017. – С. 258-262.
8. Сайфутдинова Е.В., Манькова Е.С. Математический эксперимент как средство развития исследовательской компетентности на уроках математики и во внеурочной деятельности по предмету // Математическое образование в школе и вузе: теория и практика (MATHEDU - 2016): материалы VI Международной научно-практической конференции (Казань, 25-26 ноября 2016 г.). – С. 200-207.
9. Соколова А.Н. Использование численного эксперимента при обучении учащихся математике в профильных классах // Профильная школа. – 2011. – № 3. – С. 58-63.
10. Таранова М.В. Компьютерный эксперимент как дидактическая единица методической системы формирования математической исследовательской деятельности учащихся // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1.;URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1736>.
11. Шакирова Л.Р., Фалилеева М.В. Эксперимент на уроках геометрии как средство повышения интереса учащихся к ее изучению /Л.Р. Шакирова, М.В. Фалилеева // Математическое образование в школе и вузе: теория и практика (MATHEDU - 2017): материалы VII Междунар. науч.-практич. конференции (18-22 октября 2017 г.) – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2017. – Т. 2. – С. 180-185.
12. Massarwe K., Verner I. and Bshouty D. An Ethnomathematics Exercise in Analyzing and Constructing Ornaments in a Geometry Class. Journal of Mathematics & Culture, 2010 5 (1).